

УДК 622.248.5

**УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРОВЕРКИ СКВАЖИННЫХ
ИНКЛИНОМЕТРОВ МЕТОДОМ СРАВНЕНИЯ
С ЭТАЛОНОМ В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ**

А.Н. Гормаков, В.Г. Ткачев*, И.А. Ульянов*

Томский политехнический университет
*ООО «ТомскГАЗПРОМГеофизика», г. Томск
E-mail: gormakov@tpu.ru

Гормаков Анатолий Николаевич, канд. техн. наук, доцент кафедры точного приборостроения института неразрушающего контроля ТПУ.
E-mail: gormakov@tpu.ru

Область научных интересов: методы и средства испытаний и поверки систем ориентации, методы и установки для поверки забойных инклинометров, в том числе, в условиях месторождений.

Ульянов Илья Александрович, инженер наклонно-направленного бурения ООО «ТомскГАЗПРОМГеофизика».

E-mail: lotus@sibmail.com

Область научных интересов: методы и установки для поверки забойных инклинометров, в том числе, в условиях месторождений.

Ткачев Владимир Георгиевич, инженер наклонно-направленного бурения ООО «ТомскГАЗПРОМГеофизика».

E-mail: lotus@sibmail.com

Область научных интересов: методы поверки забойных инклинометров.

Для метрологического обеспечения инклинометрической аппаратуры на геофизических предприятиях широко распространены метрологические установки калибровки и проверки скважинных инклинометров типа УСИ-2, УПИ-1, УКИ-2, УНП-3 и др. Подобные установки могут быть использованы только в стационарных условиях завода – изготовителя инклинометров или лабораторий геофизических компаний. До настоящего времени нет средств для оперативной проверки инклинометров на месторождениях. Авторами предложен метод и устройство для упрощения и повышения мобильности проверки скважинной системы ориентации, основанный на проверке инклинометров с использованием эталонной системы ориентации. Приводится описание процедуры проверки систем ориентации, выбраны чувствительные элементы и предложена ее конструктивная компоновка. Габариты и масса устройства сравнительно малы, что позволяет легко транспортировать его и быстро монтировать. Конструкция установки проста, обеспечивает высокую точность базирования поверяемого инклинометра и эталонного прибора. Возможность применения устройства для инклинометров разных диаметров делает его универсальным. Стоимость устройства много меньше поверочных установок. Простота обслуживания приводит к снижению трудоемкости работ при проверке инклинометров в полевых условиях.

Ключевые слова:

Скважинный инклинометр, установка для проверки инклинометра, метод сравнения с эталоном.

В связи с тем, что инклинометрические высокоточные датчики, встраиваемые в буровой инструмент, работают в условиях повышенных вибраций и ударов, чувствительные элементы инклинометрических систем с течением времени должны подвергаться проверке, калибровке, либо ремонту или полной замене, т. к. цена ошибки, вызванная неточностью аппаратуры при бурении, может быть очень велика.

Для метрологического обеспечения инклинометрической аппаратуры на геофизических предприятиях широко распространены метрологические установки калибровки и проверки скважинных инклинометров типа УСИ-2, УПИ-1, УКИ-2, УНП-3 и др. [1, 2].

Все разработанные установки имеют свои достоинства и недостатки. На основе их функциональности в работе выбирается более подходящий вариант. Подобные установки могут быть использованы только в стационарных условиях завода – изготовителя инклинометров или лабораторий геофизических компаний. До настоящего времени нет средств для оперативной проверки инклинометров на месторождениях. Авторами предложены метод и устройство для упрощения и повышения мобильности проверки скважинной системы ориентации, основанные на проверке инклинометров с использованием эталонной системы ориентации [3, 4].

Методика проверки скважинной системы ориентации заключается в следующем. Эталонное устройство 6 (рис. 1) посредством корпуса закрепляется на корпусе поверяемого прибора 3 при помощи корпуса 1, скобы 2 и прижимного винта 4 с башмачком 5.

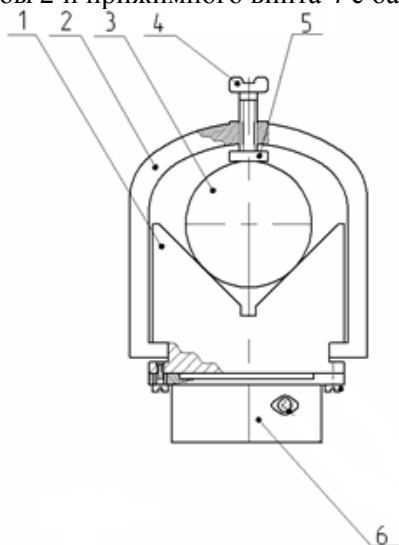


Рис. 1. Конструктивное исполнение устройства

Устройство позволяет осуществить крепление проверяемых приборов разного диаметра. Базирование эталонной системы ориентации на охранном кожухе поверяемого прибора происходит по призматической поверхности корпуса 1. Это обеспечивает соосность осей чувствительности блока сенсоров эталонной системы 6 и поверяемого прибора 3. Далее поверяемому инклинометру задается произвольное пространственное положение (рис. 2).

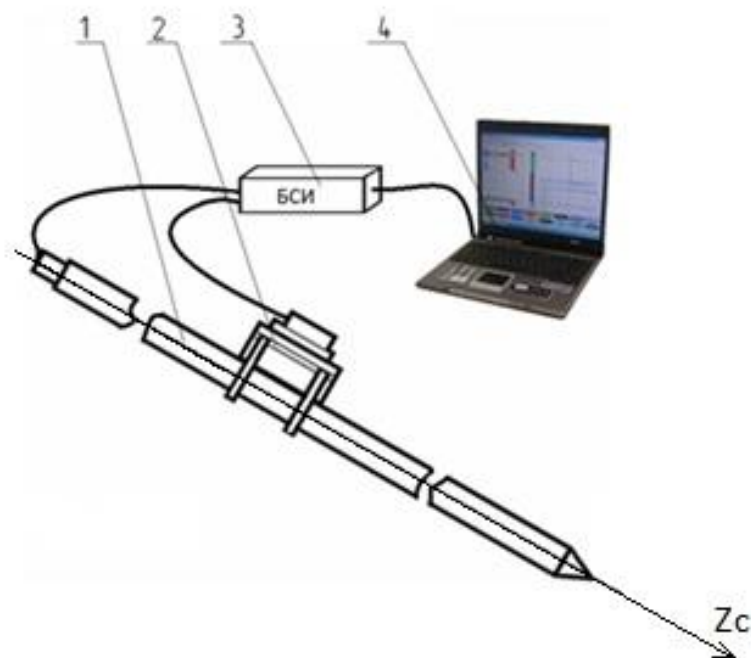


Рис. 2. Схема системы проверки инклинометров при помощи эталонной системы

С проверяемого прибора 1 и эталонной системы 2 данные поступают через блок сбора информации (БСИ) 3 на компьютер 4, где производится сравнение полученных данных. Результаты анализа выводятся на монитор. Объем операций при определении метрологических характеристик и применяемые для этих целей технические средства устанавливаются в зависимости от пределов основной погрешности проверяемого инклинометра.

По показаниям дается оценка работоспособности прибора. Если прибор отвечает всем требованиям точности, он запускается в эксплуатацию, если прибор дает отклонение от допустимых погрешностей, то он отправляется в ремонтную мастерскую.

Принцип построения эталонной системы ориентации

Методика проверки заключается в следующем. При помощи прижимной скобы 17 (рис. 3) и прижимного винта 14 с башмачком фиксируем проверяемый прибор к корпусу устройства. Базирование охранного кожуха проверяемого прибора (цилиндрической формы), осуществляется по всей длине призматической поверхности устройства. Базирование прибора вдоль тела призмы обеспечивает параллельность осей чувствительности проверяемого прибора и эталонной системы. Куб-основания 7, 10 закрепляются при помощи винтов 6 и 11 к корпусу устройства 1. На куб-основания закрепляются чувствительные элементы, феррозонды 4 и акселерометры 12, при помощи винтов 5, 13. На этой же поверхности устанавливается печатный узел 15 при помощи винтов 16. В целях предохранения чувствительных элементов от механических воздействий, а также климатических факторов, блок чувствительных элементов закрывается защитным кожухом 3, который фиксируется герметично на корпусе прибора за счет уплотнительного резинового жгута 19 и винтов 2. Питание и съем информации осуществляется при помощи герметичного контакта 9 (2РМД14БПЭО4Г2), который, в свою очередь, крепится при помощи винтов 8.

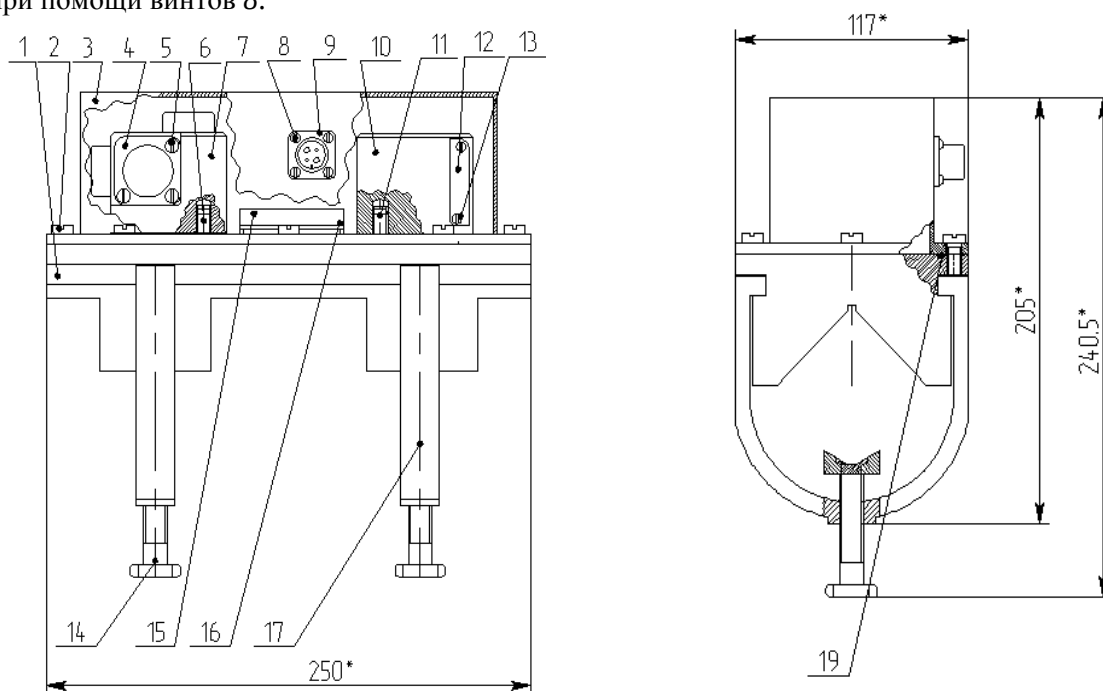


Рис. 3. Общий вид эталонной системы

Оси чувствительности акселерометров 3, 2, 1 направлены по осям трехгранника X_a , Y_a , Z_a соответственно (рис. 4). Оси чувствительности феррозондов 4, 6, 5 направлены по осям X_ϕ , Y_ϕ , Z_ϕ соответственно. Оси чувствительности соответствующих феррозондов и акселерометров должны быть параллельны между собой и осям опорной системы координат, связанной с базовой (установочной) поверхностью корпуса 1 эталонной системы.

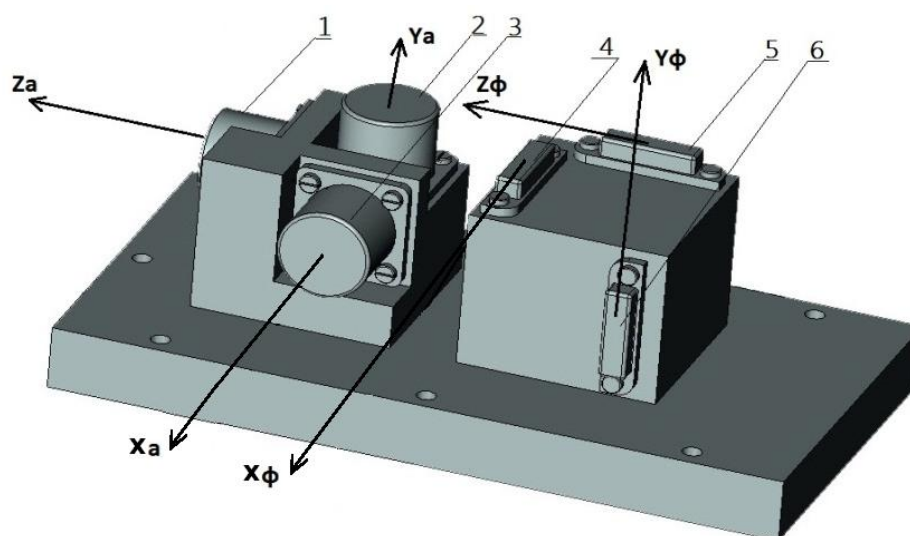


Рис. 4. Блок чувствительных элементов эталонной системы

В эталонной системе расчет углов ведется аналитическим методом при помощи программы на ПК. Корпус данного прибора выполнен из немагнитных материалов для исключения искажения магнитного поля.

Для обеспечения соосности чувствительных элементов систем поверяемого прибора и эталонной системы необходимо блок эталонной системы закреплять как можно ближе к чувствительным элементам инклинометра. Благодаря такой схеме монтажа минимизируется погрешность, обусловленная деформацией охранного кожуха проверяемого инклинометра.

Чувствительные элементы эталонной системы

Акселерометрический датчик PD7WE-14, производитель Германия (рис. 5).

Технические характеристики:

- погрешность: 40–50 угл. с.;
- выходной сигнал: Sin, Cos или RS232, RS485;
- напряжение питания: 12 В;
- степень защиты: IP67;
- рабочая температура: от – 40 до +70 °С.

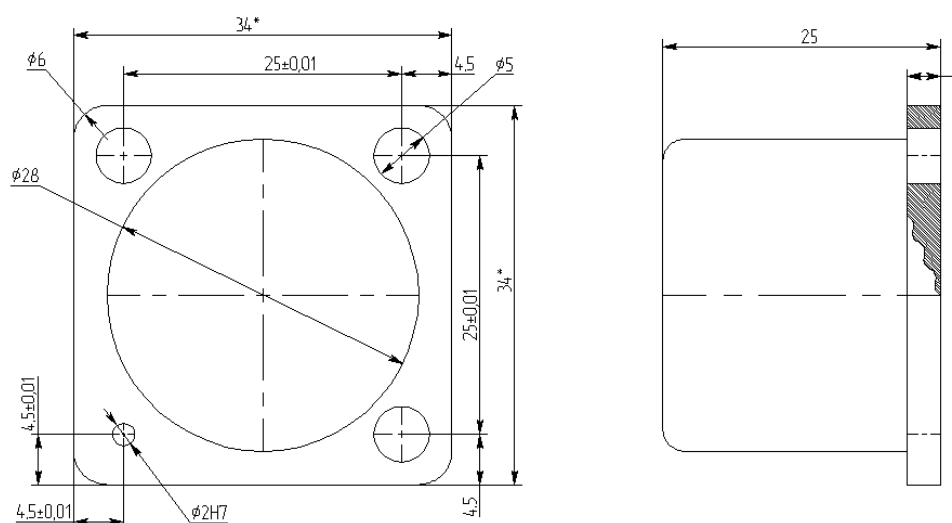


Рис. 5. Акселерометр

Феррозонд (рис. 6). Технические характеристики:

- диапазон измерения компонент: $\pm 65\,000$ нТл;
- диапазон рабочих температур: от -60 до $+60$ °С;
- погрешность измерения: не более 1 % (при поле $\pm 65\,000$ нТл);
- погрешность смещения нуля: не более 50 нТл;
- погрешность ортогональности осей: не более 30 угл. сек;
- напряжение питания: +6 В.

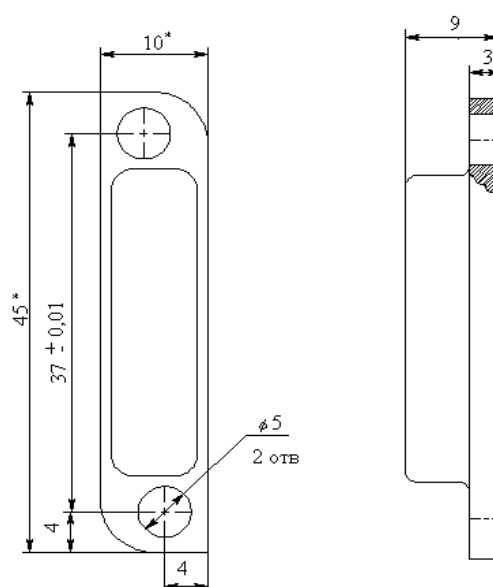


Рис. 6. Феррозонд

Заключение

При обработке поверхностей призмы для базирования поверяемого инклинометра и корпуса эталонной системы по 5–6-й степени точности по ГОСТ 24643–81 отклонение осей чувствительности датчиков эталонной системы от параллельности при соответствующих размерах не превосходят одной угловой минуты. Погрешности изготовления могут быть определены с высокой степенью точности (до единиц угловых секунд). Эти погрешности в процессе измерений компенсируются алгоритмическим методом.

Габариты и масса устройства сравнительно малы, что позволяет легко транспортировать его и быстро монтировать. Деформацией корпуса поверяемого прибора от малого веса эталонной системы можно пренебречь. Конструкция установки проста, обеспечивает высокую точность базирования поверяемого инклинометра и эталонного прибора. Возможность применения устройства для инклинометров разных диаметров делает его универсальным. Стоимость устройства много меньше поверочных установок. Простота обслуживания приводит к снижению трудоемкости работ при проверке инклинометров в полевых условиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гарейшин З.Г. Концептуальные вопросы компоновки метрологических установок пространственной ориентации скважинной инклинометрической аппаратуры. – URL: http://www.ogbus.ru/authors/Gareyshin/Gareyshin_1.pdf (дата обращения: 14.05.2014 г.).
2. Поставщики оборудования / Установка наклонно-поворотная УНП-3 (КСВИШ 441465.016). – URL: http://sfo.oborudunion.ru/i_store/item_1000242454/ustanovka-naklonno-povorotnaya.html (дата обращения: 14.05.2014 г.).

3. Гормаков А.Н. Ульянов И.А. Ткачев В.Г. Устройство для поверки скважинных инклинометров // Патент России на полезную модель № 98472, 2010, Бюл. № 29.
4. Ткачев В.Г. Устройство для поверки скважинных систем ориентации // Современные техника и технологии: сборник трудов XVII Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – Т. 1. – С. 263–264

Поступила 26.05.2014 г.